

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТЕЙ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ НА ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В СТАЛИ 20X14H4МФ

Егорова В.Ю., Михайлов С.Б.

Руководитель – доц., д.т.н. Березовская В.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

bvv@mtf.ustu.ru

В рамках работы, направленной на повышение прочностных характеристик стали переходного класса 20X14H4МФ путем использования усложненных режимов термической обработки, проводилась работа по определению критических температур фазовых превращений данной стали, для чего был использован дилатометрический метод исследования.

Дилатометрические исследования, как известно [1, 2], позволяют изучать фазовые превращения, сопровождающиеся размерными эффектами и происходящие в материалах в процессе их нагрева и охлаждения. Для изучения размерных эффектов $\Delta l/l_0$ в исследованной стали в интервале температур 20...900 °С использовали дилатометр Шевенара и измерительную головку высокой чувствительности *HS*, в качестве эталона – сталь близкого состава со структурой 100 % стабильного аустенита. Определяли удлинение исследуемого материала по сравнению с удлинением стандартного образца. Удлинение стандартного образца фиксировали фотографическим способом, при котором диаграмма строилась по отклонению отражения от подвижного зеркала, поворачивающегося вокруг неподвижной точки под действием тепловых эффектов в результате фазовых превращений.

Сталь 20X14H4МФ с 0,15 % N исследовали в двух структурных состояниях: после горячей пластической деформации (без термообработки) и после закалки.

С целью определения критических температур фазовых превращений были получены следующие дилатограммы:

(1) при нагреве с печью ($V_{\text{нагр}} = 0,18$ °С/сек) и охлаждении на воздухе ($V_{\text{охл}} = 3,5$ °С/сек) – рис. 1.

Показано, что закалка существенно уменьшает остаточный дилатометрический эффект в стали после цикла нагрев–охлаждение и сужает интервал обратного $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения со 180 °С до 140 °С, не влияя при этом на положение мартенситной точки.

(2) при нагреве с разными скоростями: с печью после посадки в холодную печь ($V_{\text{нагр}} = 0,05$ °С/сек), в печи после посадки в горячую печь

($V_{\text{нагр.}} = 0,18 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$) и при ускоренном нагреве в печи ($V_{\text{нагр.}} = 7,3 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$) – рис. 2.

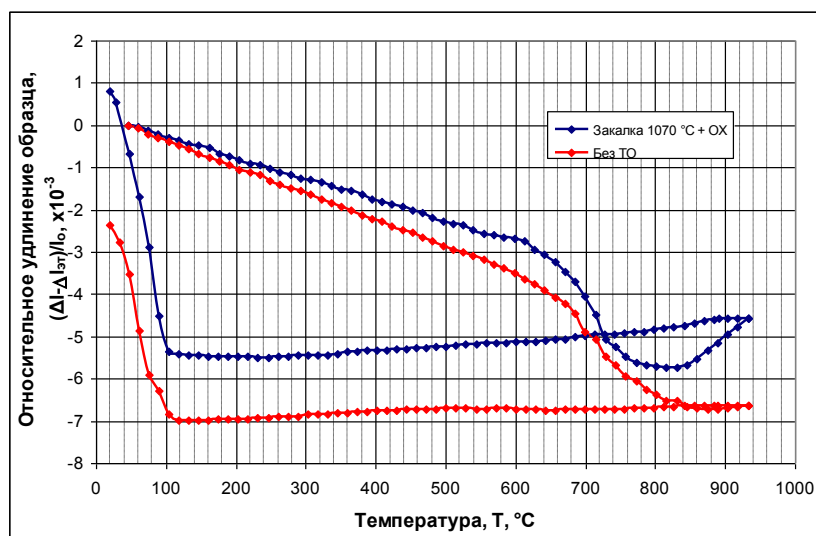


Рисунок 1. Дилатограммы при нагреве ($0,18 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$) и охлаждении ($3,5 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$)

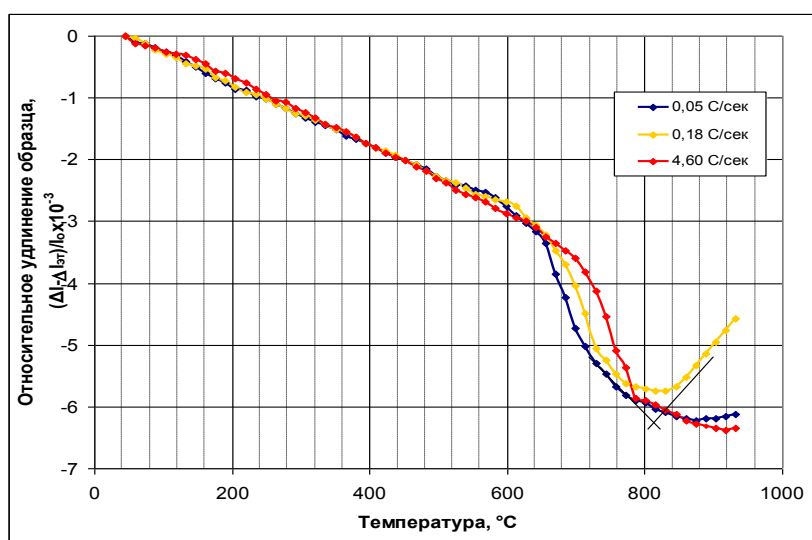


Рисунок 2. Влияние скорости нагрева на температуру A_n

Показано, что повышение скорости нагрева сдвигает начало обратного превращения в область более высоких температур. Интервал превращения при этом изменяется неоднозначно: при минимальной скорости нагрева он составляет $190 \text{ }^{\circ}\text{C}$, при средней скорости – $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$, при максимальной – $180 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

(3) при охлаждении с разными скоростями: на воздухе ($V_{\text{охл.}} = 3,5 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$) и с вентилятором ($V_{\text{охл.}} = 7,6 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$) после нагрева со скоростью $0,18 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$ – рис. 3.

Показано, что чем выше скорость охлаждения, тем раньше начинается мартенситное превращение в стали. Температуры M_n при скоростях $3,5$ и $7,2 \text{ }^{\circ}\text{C/сек}$ составляют 100 и $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно.

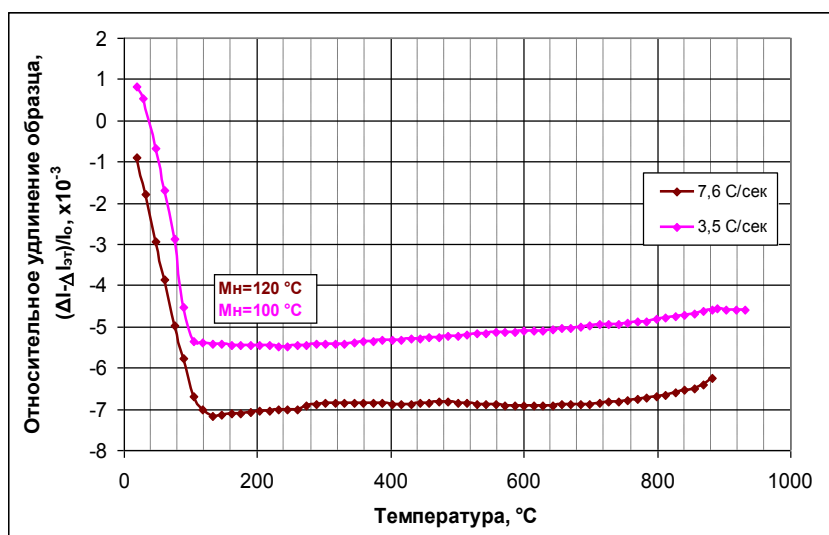


Рисунок 3. Влияние скорости охлаждения на температуру Мн при нагреве со скоростью 0,18 °С/сек

Проведены магнитометрические измерения на баллистической установке БУ-3 с целью косвенной оценки количества магнитной фазы, которые показали, что после горячей пластической деформации (без ТО) намагниченность насыщения на 10 % больше, чем после закалки – табл. 1. Скорость охлаждения после нагрева образцов исследованной стали с минимальной скоростью не оказала влияния на намагниченность насыщения.

Таблица 1. Магнитометрический анализ

Намагниченность насыщения (эталон армко - 472)	
Без ТО	260 (~ 80 % α)
Закалка от 1070 °С + ОХ	225 (~ 70 % α)
После дилатометрического нагрева	
Охлаждение на воздухе (3,5 С/сек)	240...250 (~ 75 % α)
Охлаждение вентилятором (7,6 С/сек)	250 (~ 75 % α)

На основе проведенных исследований установлено, что при выборе режимов упрочняющей обработки особое внимание следует уделять скорости нагрева детали. Результаты магнитометрического анализа стали 20Х14Н4МФ показали, что после горячей пластической деформации в структуре стали сохраняется достаточно высокое количество магнитной фазы, что следует учитывать при выборе режимов последующей упрочняющей обработки.

Используемые литературные источники:

1. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – М.: Металлургия, 1989. 456 с.
2. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1980. 320 с.